

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Die Beeinflussung des Kreislaufs und der Kreislaufregulation durch das chirurgische Trauma

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Gerhard Weidringer
aus
Burgsinn

1968

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg

Zusammenfassung der in zwei Teilen
veröffentlichten Doktorarbeit

Dekan: Prof. Dr. E. Wetterer

Referent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 8.3.1968

Sonderdruck

216/8

1968

Bruns' Beiträge

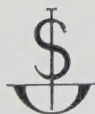
zur

klinischen Chirurgie

Kreislaufveränderungen durch chirurgische Traumen

Gerhard Weidringer, Hermann Bünte, Roderich Leutschaff

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen (Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann)



URBAN & SCHWARZENBERG
MÜNCHEN - BERLIN - WIEN

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten

© Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1968

Kreislaufveränderungen durch chirurgische Traumen

Gerhard Weidringer, Hermann Bünthe, Roderich Leutschaff

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen (Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann)

Das Versagen des Kreislaufs steht unter den Todesursachen nach ausgedehnten chirurgischen Operationen an erster Stelle. Jede Operation stellt an das Herz und die Kreislaufregulation besondere Anforderungen, denen vor allem alte Menschen vielfach nicht gewachsen sind.

Ziel unserer Untersuchungen war die Objektivierung von typischen Veränderungen der Kreislaufgrößen in Ruhe und nach kleinen körperlichen Anstrengungen bei Frischoperierten.

Material und Methodik

Bei 11 durch die Operation sichtlich traumatisierten Patienten wurden 100 Kreislaufanalysen nach *Broemser* und *Ranke* [1] ausgewertet. Die Patienten wurden vor und zu verschiedenen Zeiten nach mittelschweren bis großen chirurgischen Traumen untersucht. 3 Patienten starben gegen Ende der Untersuchungsperiode.

Um die Patienten möglichst wenig zu belasten, haben wir die mechanokardiographische Kreislaufanalyse durchgeführt. Dabei werden synchron sechs Kurven, nämlich EKG, Phonokardiogramm dreifach, Karotispulskurve und Femoralispulskurve aufgezeichnet.

Die Registrierung erfolgte mit dem Gerät „Cardirex“¹ mit Druckkapseln nach *Bouke-Brecht* [3], einmal in Ruhelage, dann in Kipplage, wobei das Bett um 20° geneigt wurde (Kopfende angehoben). Dieses Kippen stellt eine gut reproduzierbare ausreichende, jedoch ungefährliche Kreislaufbelastung dar.

Fünf Minuten nach dem Kippen wurden die vorher in Ruhe gemessenen Kreislaufanalysen wiederholt und so die Kreislaufregulation untersucht. Die vor der Operation bei den gleichen Patienten gewonnenen Werte haben wir als Kontrolluntersuchungen verwendet.

Im einzelnen bestimmten wir bei jeder Untersuchung folgende Werte:

1. Systolischer und diastolischer Blutdruck nach *Riva-Rocci* [8],
2. Blutdruckamplitude,
3. den mittleren Blutdruck nach der Formel von *Wetzler* [10] $pm = pd + 0,43 p$,

4. Windkessellänge $a = a - b$ (Zentimeter)
 a = Abstand der Incisura jugularis zur Femoralisabnahmestelle, b = Abstand der Incisura jugularis zur Karotisabnahmestelle,
5. Pulszeitverspätung t = Abstand vom Fußpunkt der Karotiskurve bis zum Fußpunkt der Femoraliskurve,
6. Pulswellengeschwindigkeit = c
$$PWG = \frac{\text{Windkessellänge}}{\text{Pulszeitverspätung}},$$
7. Austreibungszeit = Systolendauer S . Es wird der Abstand gemessen zwischen dem Fußpunkt des Steilanstieges der Karotispulskurve und der Inzisur,
8. Pulsperiodendauer = T . Gemessen vom Fußpunkt einer Karotispulskurve bis zum nächsten Fußpunkt,
9. Diastole = D . Die Diastolendauer entspricht der Differenz zwischen der Pulsperiodendauer und der Austreibungszeit. $D = T - S$,
10. Herzfrequenz = $Fr = \frac{60}{T}$,
11. Umformungszeit = UZ . Abstand zwischen Q-Zacke des EKG und Beginn des 1. Herztones,
12. Gesamtsystole = Anspannungszeit + Austreibungszeit
 $GesS$ = Abstand zwischen der Q-Zacke des EKG und Beginn des 2. Herztones,
13. Anspannungszeit = A = $GesS$ minus Austreibungszeit,
14. Druckanstiegszeit = $DAZ = A - UZ$,
15.
$$\frac{\text{Anspannungszeit}}{\text{Austreibungszeit}} = \frac{S}{A}$$
 = Ausdruck der absoluten Herzkraft,
16. Größe und Gewicht,
17. Körperoberfläche: Bestimmung aus einem Nomogramm zur Berechnung der Körperoberfläche von Erwachsenen nach *du Bois* [4],
18. Aortenquerschnitt Q = entnommen aus einer Tabelle von *Sutter*, modifiziert nach *Frucht* [5],
19. Volumenelastizität („elastischer Widerstand“)
$$E = \frac{2 \cdot Q \cdot c}{Q \cdot S} \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$

nach *Broemser-Ranke* [1],

¹ Fa. Siemens AG, Erlangen.



20. Peripherer Widerstand = W

$$W = \frac{1,334 \cdot \text{pm} \cdot T}{V_s} \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^5}$$

nach Wetzler-Böger [11],

Umrechnung von mm Hg in das Zentimeter-

Gramm-Sekunden-System:

$$13,6 \cdot 0,0981 = 1,334,$$

21. Dämpfungsfaktor $\frac{E'}{W}$

22. Schlagvolumen V_s nach Broemser-Ranke [1]

$$V_y = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot S \cdot T \cdot 1,334}{\rho \cdot c \cdot D} \cdot Z \text{ (cm}^3\text{)}, Z = 0,5,,$$

23. Minutenvolumen HMV = Schlagvolumen · Pulsfrequenz,

24. Herzarbeit = Ha = $V_s \cdot \text{pm}$ 1,334 (erg),

25. Herzleistung = Hl

$$Hl = \frac{\text{Herzarbeit}}{\text{Pulsperiodendauer}} = \frac{Ha}{T} \frac{\text{erg}}{\text{sec}},$$

26. Herzindex = HJ

$$HJ = \frac{\text{Herzminutenvolumen}}{\text{Körperoberfläche}},$$

27. Kontraktionsgeschwindigkeit VS/s
nach Gebhardt [7],

28. arterielles Windkesselvolumen (aWKV) nach Gauer [6]

$$\kappa = E' \cdot V \quad V = \frac{E'}{\rho \cdot c^2} \quad \kappa = \rho \cdot c^2$$

Bei der Auswertung der Meßgrößen hielten wir uns an die Methode von Broemser und Ranke [1].

Folgende Operationen wurden im einzelnen durchgeführt: Nephrektomie, Fundektomie des Magens, Gastrotomie, Laparotomie, Rektumamputation, Gastrektomie, Sigmaresektion, Ösophagusresektion, Hemikolektomie.

Alle Patienten erhielten während der gesamten Beobachtungszeit Lanatosid C (3mal 0,25 mg) oder Strophanthin ($\frac{1}{4}$ mg täglich).

Bei allen Patienten fand die erste Untersuchung 6 Tage vor der Operation, also in genügend großem Abstand vor Beginn der Operationsvorbereitung, die zweite Untersuchung unmittelbar postoperativ oder am 1. postoperativen Tag, die dritte am 5., die letzte gewöhnlich am 12. Tag post operationem statt.

Abkürzungen: I = Erste Untersuchung, durchschnittlich 6 Tage vor der Operation; II = Untersuchung am Tage der Operation oder am Tage danach; III = Untersuchung am 5. oder 6. Tag nach der Operation; IV = Untersuchung kurz vor der Entlassung, durchschnittlich 12 Tage nach der Operation; a = Untersuchung in Ruhelage (Horizontal-

lage); b = Untersuchung bei Kippbelastung.

aWKV = arterielles Windkesselvolumen, E = Elastizität („elastischer Widerstand“), Fr = Herzfrequenz, Ha = Herzarbeit, HJ = Herzindex, Hl = Herzleistung, HMV = Herzminutenvolumen, pm = mittlerer Blutdruck, S = Systolendauer, V_s = Herzschlagvolumen, W = peripherer Widerstand.

Ergebnisse

A. Änderung der Herz- und Kreislauf-Ruhewerte durch die Operation

1. *Unveränderliche Meßgrößen bei den Versuchspersonen:* In der Tabelle 1 sind die unveränderlichen Meßgrößen von 11 Versuchspersonen aufgeführt.

Tabelle 1. Unveränderliche Meßgrößen der Versuchspersonen.

Patient Nr.	Größe cm	Gewicht kg	Körperoberfläche m ²	Aortenquerschnitt cm ²	Alter Jahre
1	171	76	1,90	6,0	61
2	168	71	1,81	6,1	60
3	175	101	2,16	4,1	53
4	177	80	1,99	6,2	57
5	174	68	1,82	5,7	30
6	163	62	1,66	5,7	68
7	169	57	1,67	6,6	62
8	176	67	1,85	5,8	60
9	172	78	1,91	6,0	56
10	168	74	1,84	6,2	78
11	163	64	1,70	5,4	63
Mittelwert	171	72	1,85	5,6	59

2. *Verhalten des Schlagvolumens vor und nach dem chirurgischen Trauma:* Bei 11 Patienten wurde vor und nach dem Operationstrauma das Schlagvolumen des Herzens bei körperlicher Ruhe bestimmt (Tab. 2). Bei der Mehrzahl der Patienten nimmt das Schlagvolumen ab, im Mittel um über 20%.

3. *Pulsfrequenz:* Nahezu nach allen größeren chirurgischen Eingriffen steigt die Pulsfrequenz trotz ausgeglichenen Blutvolumens an. Bei unseren Patienten fand sich eine Steigerung zwischen 15 und 60% des Ausgangswertes.

Im Mittel lag sie vor der Operation bei 66, unmittelbar postoperativ um 93, am 5. Tag p.o. um 84 und 12 Tage nach der Operation bei 79 pro Minute.

Tabelle 2. Schlagvolumina des Herzens bei 11 Patienten vor (I) und nach (II, III, IV) der Operation (in cm³).

Patient	Operation	Präoperativ	Unmittelbar postoperativ	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	Nephrektomie	132	150	71	80,8
2	Lungenlappenresektion	108	44	61,2	79,2
3	Rektumamputation	110	85	110,5	89,6
4	Ösophagogastrostomie	70	73,4	84,1	72,9
5	Prob laparotomie (inop.)	88,6	90,2	106,8	—
6	Gastrektomie	129,8	83,5	102	98
7	Hemikolektomie	103	136	106,5	99,2
8	Prob laparotomie (inop.)	105	122	—	—
9	Sigmaresektion	124	115	101,5	—
10	Rektumamputation	170,5	85,6	83,2	82,6
11	Ösophagogastrostomie	77,4	58,2	—	—
Mittelwert:		110,7	94,8	91,9	86,0

4. *Folgen des Operationstraumas auf den Herz-index:* Der Herzindex ändert sich nach dem chirurgischen Trauma nicht signifikant. Im Mittel steigen die Werte von 3,93 vor der Operation auf 4,16 unmittelbar postoperativ. Am 12. postoperativen Tag sind die Werte wieder im Bereich der Norm (Tab. 3).

Tabelle 3. Herzindex in Ruhe.

Patient	Prä-operativ I	Unmittelbar postop. II	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	4,34	5,24	2,97	2,90
2	4,32	2,87	4,34	4,69
3	4,75	3,58	4,32	3,66
4	2,11	3,40	3,40	3,49
5	2,44	2,65	4,04	4,67
6	5,16	5,07	6,92	—
7	3,22	5,25	4,25	3,61
8	4,43	6,32	—	—
9	3,48	4,20	4,06	—
10	5,37	3,59	2,92	2,6
11	3,60	3,67	—	—
Mittelwert:	3,93	4,16	4,13	3,66

5. *Herzleistung:* Die Herzleistung, errechnet aus der Herzarbeit und der Pulsperiodendauer, zeigt eine deutliche Vergrößerung auf Werte um +12% der Ausgangsgröße (Tab. 4).

6. *Kontraktilität des Myokards* (nach Gebhardt [7]): Die mit dem Faktor Vs/s ausgedrückte Kontraktionsgeschwindigkeit in körperlicher Ruhe steigt nach dem Operationstrauma signifikant von Werten um 389 auf 490 an. Am 12. postoperativen Tag haben sich die Zahlen wieder normalisiert (Tab. 5).

7. *Das arterielle Windkesselvolumen* sinkt nach dem Operationstrauma deutlich ab. Von Ausgangswerten um 696 sinkt das Volumen

Tabelle 4. Herzleistung in Ruhe (erg/sec).

Patient	Prä-operativ I	Unmittelbar postop. II	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	24 900	29 500	14 200	15 600
2	18 900	13 600	14 250	17 700
3	19 550	16 950	21 950	16 980
4	8 600	14 620	15 300	15 000
5	8 480	12 000	15 300	—
6	19 600	19 000	24 600	16 620
7	11 490	22 400	15 800	11 500
8	18 490	33 000	—	—
9	14 150	21 300	19 750	—
10	26 700	13 120	13 840	10 760
11	15 720	13 690	—	—
Mittelwert	16 960	19 016	17 221	14 880

Tabelle 5. Kontraktionsgeschwindigkeit in Ruhe (Verhältnis Vs/s).

Patient	Prä-operativ I	Unmittelbar postop. II	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	455	600	365	344
2	400	260	395	440
3	408	340	425	339
4	280	397	383	331
5	306	301	410	—
6	433	380	510	426
7	355	439	425	374
8	375	530	—	—
9	400	442	442	—
10	533	372	314	290
11	336	353	—	—
Mittelwert	389	490	407	363

bis zum 5. postoperativen Tag auf Werte von 539 cm³ im Mittel ab, um dann langsam wieder anzusteigen. Am 12. postoperativen Tag ist die Norm noch nicht wieder erreicht (Tab. 6). In der Abbildung 1 sind die Mittelwerte der in Ruhe gemessenen Kreislaufgrößen vor, unmittelbar nach, am 5. und am 12. Tag nach der

Tabelle 6. Arteriell Windkesselvolumen in Ruhe.

Patient	Prä-operativ I	Unmittelbar postop. II	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	976	613	530	794
2	644	458	344	389
3	368	344	306	340
4	575	314	494	492
5	578	700	509	
6	702	482	391	402
7	900	1165	743	792
8	624	620		
9	728	766	671	
10	1020	690	867	905
11	541	334		
Mittelwert	696	589	539	588

Operation dargestellt. Die Abnahme des Schlagvolumens, der Anstieg der Pulsfrequenz, Zunahme des Herzindex, der Herzleistung, der Kontraktionsgeschwindigkeit und die Abnahme des arteriellen Windkesselvolumens werden deutlich. Außerdem sind die Volumenelastizität (E), der mittlere Blutdruck (PM) und der periphere Widerstand (W) eingezeichnet.

B. Änderungen der Herz- und Kreislaufgrößen durch dosierte körperliche Belastung vor und nach dem chirurgischen Trauma

1. *Schlagvolumen*: Das Schlagvolumen nimmt bei orthostatischer Belastung physiologischer-

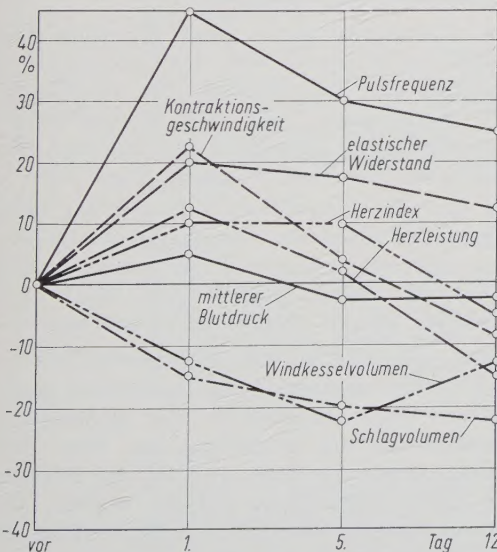


Abb. 1. Veränderung verschiedener Kreislaufgrößen durch das Operationstrauma. Messungen in Ruhe. Mittelwerte aus insgesamt 100 Kreislaufanalysen.

weise etwas ab. Bei unseren Patienten konnten wir beobachten, daß immer dann eine besonders große Abnahme des Schlagvolumens zu registrieren war, wenn der Patient in Ruhe postoperativ eine deutliche Steigerung des Schlagvolumens zeigte.

In der Tabelle 7 sind die Veränderungen des Schlagvolumens durch die Kippbelastung mit den in Ruhe gemessenen Mittelwerten eingezeichnet. Während vor der Operation das Schlagvolumen durch die Kippbelastung im Mittel von 111 auf 102 cm³ absinkt, fallen die Werte unmittelbar postoperativ von 95 auf 80, am 5. Tag von 92 auf 82, am 12. postoperativen Tag von 86 auf 79, also prozentual wie vor der Operation ab.

Tabelle 7. Veränderungen des Schlagvolumens durch die Kippbelastung. Vergleich der Mittelwerte vor und nach dem Kippen.

Patient	Prä-operativ I	Unmittelbar postop. II	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	115,0	102,5	57,8	86,3
2	98,0	42,9	58,8	73,5
3	117,0	98,1	102	83,6
4	58,2	50,6	70,3	61,5
5	119,5	91,5	81,8	—
6	123,5	76,0	101	86,5
7	90,5	102,0	92,5	83
8	91,5	90,6	—	—
9	118,2	98,4	93,7	—
10	132,0	71,8	78,5	76,5
11	57,5	51,1	—	—
Mittelwert:				
nach	102	80	82	79
vor	111	95	92	86

Unmittelbar postoperativ beträgt die Abnahme etwa 15% gegenüber 10% vor der Operation. Der Zusammenhang zwischen Schlagvolumenveränderung in Ruhe und nach Kippbelastung ist in der Abbildung 2 graphisch dargestellt. Man erkennt, daß immer dann, wenn der Ruhewert postoperativ zugenommen hat, der Wert nach dem Kippen besonders deutlich absinkt. Bei Patienten, die postoperativ keine nennenswerte Veränderung des Schlagvolumens in Ruhe zeigen, ändern sich die Werte durch das Kippen nur im physiologischen Bereich von annähernd 10%.

3. *Pulsfrequenz*: Alle Patienten steigern nach der Kippbelastung im postoperativen Verlauf ihre Pulsfrequenz. Die Werte liegen im Mittel um 5 bis 10% höher als in Ruhe.

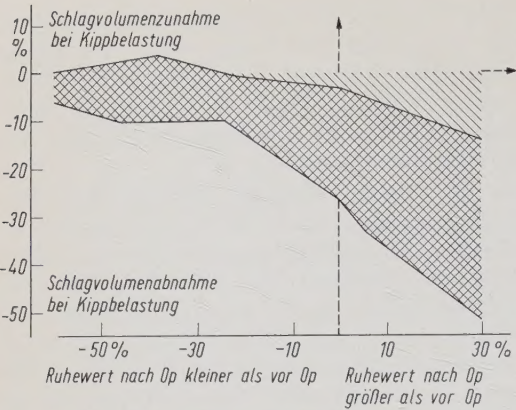


Abb. 2. Abweichungen des Schlagvolumens vom Ruhewert (0) nach der Kippbelastung. Man erkennt, daß immer dann, wenn der Ruhewert postoperativ erhöht war (rechte Bildhälfte) durch die Kippbelastung ein besonders ausgeprägtes Absinken ausgelöst wird.

4. **Kontraktionsgeschwindigkeit:** Die Kontraktionsgeschwindigkeit nimmt postoperativ durch die Belastung beim Kippen der Patienten um 5 bis 10% ab. Unmittelbar postoperativ und bis zum 5. Tag liegen die Mittelwerte 11% unter den Ruhewerten. Selbst am 12. postoperativen Tag liegt der Mittelwert noch 7,5% unter dem Ruhewert (Tab. 8).

Tabelle 8. Berechnete Werte der Kontraktgeschwindigkeit nach Kippbelastung, verglichen mit dem Mittelwert vor dem Kippen.

Patient	Prä-operativ I	Unmittelbar postop. II	5. Tag postop. III	12. Tag postop. IV
1	418	475	282	384
2	410	260	380	432
3	458	425	425	334
4	242	298	343	286
5	385	338	340	—
6	419	362	505	384
7	306	352	402	332
8	359	432	—	—
9	359	378	407	—
10	456	334	320	273
11	267	319	—	—
Mittelwert:	371	361	378	346
(vor)	389	490	407	363

In der Abbildung 3 sind alle nach der Kippbelastung registrierten Werte graphisch dargestellt. Außer der Herzfrequenz, dem Schlagvolumen und der Kontraktionsgeschwindigkeit sind der periphere Widerstand, die Volumenelastizität, der mittlere periphere Blutdruck,

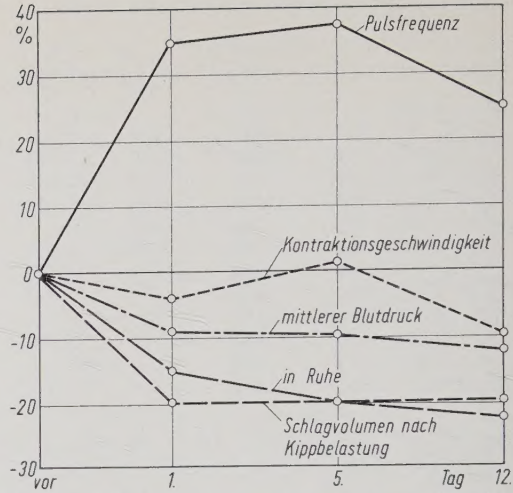


Abb. 3. Postoperative Veränderungen des Schlagvolumens, der Kontraktionsgeschwindigkeit und Pulsfrequenz nach Belastung durch Kippen um 20°.

das Herzminutenvolumen, die Herzleistung, das Schlagvolumen eingezeichnet.

Man erkennt eine erhebliche Steigerung der Frequenz, des peripheren Widerstandes und der Elastizität, während der mittlere Blutdruck, das Herzminutenvolumen, die Herzleistung und das Schlagvolumen sichtbar abnehmen.

Besprechung der Ergebnisse

Das Operationstrauma führt zu einer Abnahme des Schlagvolumens des Herzens, einer Zunahme der Pulsfrequenz, des Herzindex, der Herzleistung und der Kontraktionsgeschwindigkeit. Dem steht eine deutliche Abnahme des Windkesselvolumens gegenüber.

Bei den hier untersuchten Patienten lag kein organischer Herzfehler vor; das bei der Operation verlorengegangene Blutvolumen wurde quantitativ ersetzt, postoperative Elektrolystörungen wurden weitgehend vermieden.

Unter dem Einfluß der Nebennierenrinden- und Markhormone wird die Herzleistung postoperativ ganz entsprechend der allgemeinen Umsatzsteigerung vermehrt. Da aber das Schlagvolumen abnimmt, muß an eine Störung im Niederdrucksystem gedacht werden. Es kommt zu einem verminderten Blutangebot an die Herzkammern und so zur Verkleinerung des Schlagvolumens. Die Blutvolumenabnahme im kleinen Kreislauf führt zu einer geringeren

Sauerstoffsättigung, einer verminderten Sauerstoffutilisation im Herzmuskel und vielleicht auch auf diesem Wege zu einer Herabsetzung des Schlagvolumens.

Parallel zu den Befunden, die bei Patienten in Ruhe registriert wurden, finden wir nach einer dosierten körperlichen Belastung eine weitere Abnahme des Schlagvolumens. Allerdings nimmt das Schlagvolumen verhältnismäßig geringfügig ab, wenn bereits in Ruhe eine Herabsetzung des Schlagvolumens stattgefunden hat.

Die Ursache für die gestörte Zustromregelung vor allem zum rechten Herzen könnte im Zusammenhang stehen mit der Vagotonie nach Laparotomien, mit der motorischen Passivität der Patienten nach der Operation, wobei die Funktion der Muskulatur als Venenpumpe ausfällt, vor allem auch mit den postoperativ immer eingeschränkten Atemexkursionen. Auf der arteriellen Seite des Kreislaufs werden mit Hilfe der Steigerung des elastischen und peripheren Widerstandes und der Pulsfrequenz die Kreislaufverhältnisse kompensiert.

Ein gesundes, normal leistungsfähiges Herz- und Kreislaufsystem wird durch die postoperativen Störungen kaum gefährdet. Bei älteren Patienten oder solchen mit herabgesetzter Leistungsfähigkeit des Herzens besteht immer die Gefahr der Dekompensation als Folge eines großen Operationstraumas. Tachykardie, herabgesetztes venöses Blutangebot und Volumenüberladung sind in Zusammenhang mit Myokardschäden die häufigsten auslösenden Ursachen des postoperativen Herzversagens.

Unsere Schlußfolgerungen müssen durch weitere Untersuchungen, vor allem des Niederdrucksystems bewiesen werden. Darüber hinaus sind weitere Untersuchungen zum Beweis der statistischen Signifikanz erforderlich.

Wegen der zu geringen Zahl an Einzeluntersuchungen sind die Veränderungen des Herzindex in Ruhe und der Schlagvolumenveränderungen nach dem Kippen gegenüber den Ruhewerten nicht mit der erforderlichen statistischen Sicherheit beweisbar.

Zusammenfassung

Bei 11 Patienten wurden insgesamt 100 Kreislaufanalysen vor und nach mittelgroßen chirurgischen Traumen durchgeführt. Es fanden sich postoperativ eine Abnahme des Schlagvolumens des Herzens, ein Anstieg der Pulsfrequenz, des Herzindex, der Herzleistung und der Kontraktionsgeschwindigkeit. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen liefern einen Beitrag zum Verständnis des postoperativen Kreislaufversagens beim chirurgischen Risikopatienten.

Summary

In 11 patients a total of 100 analyses of the circulation before and after average surgical trauma were carried out. Postoperatively a decrease of cardiac output, an increase of heart rate, heart index, cardiac work and speed of contraction were found. The results of these investigations serve a better understanding of postoperative circulatory breakdown in high risk surgical patients.

Résumé

Au total, 100 analyses de la circulation ont été pratiquées chez 11 malades avant et après des traumatismes chirurgicaux de moyenne importance. Il a été trouvé après l'opération, une diminution de volume des battements cardiaques, une augmentation de fréquence du pouls, de l'indice cardiaque, du rendement cardiaque et de la vitesse de contraction. Les résultats de nos examens apportent une contribution à la compréhension des défaillances circulatoires post-opératoires chez les malades chirurgicaux de gros risque.

Schrifttum

- [1] Broemser, Ph., O. F. Ranke: Z. Biol. 90 (1930), 467.
- [2] Bunte, H., M. Sciuk: Blutgasanalysen bei chirurgischen Patienten (im Druck).
- [3] Bouke, H., K. Brecht: Pflügers Arch. ges. Physiol. 256 (1953), 43.
- [4] Du Bois, D.: Arch. intern. Med. 17 (1916), 863.
- [5] Frucht, A. H.: Z. Kreisl.-Forsch. 42 (1953), 401.
- [6] Gauer, O. H.: In: Landois, Rosemann, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. München-Berlin 1965.
- [7] Gebhardt, E.: Verh. dtsch. Ges. inn. Med. 70 (1964), 57.
- [8] Meiners, S.: Z. Kreisl.-Forsch. 43 (1954), 297.
- [9] Riva-Rocci, S.: Un nuovo sphygmomanometro Gazz. med. Torino 1896, 50.
- [10] Wetzler, K.: Verh. dtsch. Ges. Kreisl.-Forsch. 15 (1949), 18.
- [11] Wetzler, K., A. Böger: Erg. Physiol. 41 (1939), 298.

Anschrift d. Verff.: Dr. G. Weidringer, Privatdozent Dr. H. Bunte und Dr. R. Leutschaft, Chirurgische Universitätsklinik, Erlangen, Krankenhausstr. 12.

Sonderdruck

Thoraxchirurgie Vaskuläre Chirurgie

Schriftleitung: K. Vosschulte, Gießen · Georg Thieme Verlag, 7000 Stuttgart 1, Herdweg 63, Postfach 732

Band 16

Stuttgart, im Februar 1968

Heft 1

Kreislaufveränderungen nach portokavalen Anastomosen

H. Bunte, G. Weidringer

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann)

Kreislaufveränderungen nach portokavalen Anastomosen*

H. Bunte, G. Weidringer

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann)

Portokavale Anastomosen verändern die Zirkulation im Niederdrucksystem des gesamten Abdomens. Der Durchfluß durch die Leber sinkt ab, das im Quellgebiet der Pfortader gestaute venöse Blut fließt ungehemmt in die untere Hohlvene ein und führt zu einem vermehrten Angebot an das rechte Herz.

Ziel unserer Untersuchungen war es, an einigen Beispielen die typischen Veränderungen des Blutkreislaufes und der Herzfunktion nach Anlegen portokavaler Anastomosen zu demonstrieren.

Methodik und Material

20 Kreislaufanalysen wurden bei drei Patienten vor und nach Anlegen portokavaler Seit-zu-Seit-Anastomosen sowie 100 Kreislaufanalysen bei einem Kollektiv von 11 Patienten vor und nach Laparotomien durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse nach Anlegen der portokavalen Anastomose wurden mit den Verhältnissen nach Laparotomien, also gleichgroßen Operationen, die aber nicht in das Kreislaufsystem eingreifen, verglichen.

Bei der mechanokardiographischen Kreislaufanalyse wurden synchron, EKG, Phonokardiogramm dreifach, Karotis- und Femoralispulskurve aufgezeichnet. Die Untersuchungen wurden mit dem Cardirex** und Druckkapseln nach BOUKE-BRECHT durchgeführt. Die gleichen Untersuchungen wurden in Ruhe und nach dosierter körperlicher Belastung (Kippen des Bettes um 20°) durchgeführt.

Im einzelnen bestimmten wir bei jeder Untersuchung folgende Werte:

1. Systolischen und diastolischen Blutdruck
2. Blutdruckamplitude
3. Den mittleren Blutdruck nach der Formel von WETZLER [29] $pm = pd + 0,43 p$
4. Windkessellänge $a = a-b$ (Zentimeter)
 a = Abstand von der incisura jugularis zur Femoralisabnahmestelle
 b = Abstand der incisura jugularis zur Karotisabnahmestelle
5. Pulszeitverspätung t = Abstand vom Fußpunkt der Karotiskurve bis zum Fußpunkt der Femoraliskurve
6. Pulswellengeschwindigkeit = c
$$PWG = \frac{\text{Windkessellänge}}{\text{Pulszeitverspätung}}$$
7. Austreibungszeit = Systolendauer S . Es wird der Abstand gemessen zwischen dem Fußpunkt des Steilanstieges der Karotispulskurve und der Inzisur

* Herrn Professor Dr. R. ZENKER zum 65. Geburtstag am 24. 2. 1968 gewidmet

** Fa. Siemens AG, Erlangen

8. Pulsperiodendauer = T. Gemessen vom Fußpunkt einer Karotispulskurve bis zum nächsten Fußpunkt
9. Diastole = D. Die Diastolendauer entspricht der Differenz zwischen der Pulsperiodendauer und der Austreibungszeit. $D = T - S$
10. Herzfrequenz = Fr = $\frac{60}{T}$
11. Umformungszeit = UZ. Abstand zwischen Q-Zacke des EKG und Beginn des 1. Herztones
12. Gesamtsystole = Anspannungszeit + Austreibungszeit
GesS = Abstand zwischen der Q-Zacke des EKG und Beginn des 2. Herztones
13. Anspannungszeit = A = GesS minus Austreibungszeit
14. Druckanstiegszeit = DAZ = A — UZ
15. Austreibungszeit $\frac{S}{A}$ = Ausdruck der absoluten Herzkraft
16. Größe und Gewicht
17. Körperoberfläche: Bestimmung aus einem Nomogramm zur Berechnung der Körperoberfläche von Erwachsenen nach DU BOIS
18. Aortenquerschnitt "Q = entnommen aus einer Tabelle von SUTTER, modifiziert nach FRUCHT und MEINERS
19. Volumenelastizität („elastischer Widerstand“)
$$\frac{E = 2 \cdot \rho \cdot c}{Q \cdot S} \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$
nach BROEMSER-RANKE
20. Peripherer Widerstand = $W = \frac{1,334 \cdot \text{pm} \cdot T}{V_s} \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^5}$
nach WEZLER BÖGER
Umrechnung von mm Hg in das Zentimeter-Gramm-Sekunden-System:
 $13,6 \cdot 0,0981 = 1,334$
21. Dämpfungsfaktor $\frac{E'}{W}$
22. Schlagvolumen V_s nach BROEMSER-RANKE
$$V_y = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot S \cdot T \cdot 1,334}{\rho \cdot c \cdot D} \cdot Z \text{ (cm}^3\text{)}$$
$$Z = 0,5$$
23. Minutenvolumen HMV = Schlagvolumen · Pulsfrequenz
24. Herzarbeit = Ha = $V_s \cdot \text{pm } 1,334$ (erg)
25. Herzleistung = Hl = $\frac{\text{Herzarbeit}}{\text{Pulsperiodendauer}} = \frac{Ha}{T} \frac{\text{erg}}{\text{sec}}$
26. Herzindex = HI = $\frac{\text{Herzminutenvolumen}}{\text{Körperoberfläche}}$
27. Kontraktionsgeschwindigkeit VS/s GEBHARDT

28. Arteriellcs Windkesselvolumen (aWKV) GAUER

$$\chi = E \cdot V \quad V = \frac{\rho \cdot c^2}{E'}$$

$$\chi = \rho \cdot c^2 \quad V = \frac{\rho \cdot c^2}{E'}$$

Die Auswertung der Meßgrößen erfolgte nach der Methode von BROEMSER und RANKE.

Die Patienten erhielten während der gesamten Beobachtungszeit Lanatosid-C ($3 \times 0,25$ mg) oder Strophanthin ($1/4$ mg täglich).

Bei den Versuchspersonen wurden portokavale Seit-zu-Seit-Anastomosen angelegt, die den portalen Druck von Werten zwischen 400 und 500 mm H₂O auf 100 bis 200 mm H₂O senkten.

Die Drucke wurden während der Operation und mit Venenkathetern gemessen.

Abkürzungen

aWKV	arterielles Windkesselvolumen
E	Elastizität („elastischer Widerstand“)
Fr	Herzfrequenz
Ha	Herzarbeit
HI	Herzindex
HL	Herzleistung
HMV	Herzminutenvolumen
pm	mittlerer Blutdruck
S	Systolendauer
V _s	Herzschlagvolumen
W	peripherer Widerstand

Ergebnisse

1. Unveränderliche Meßgrößen der Versuchspersonen

In der Tabelle 1 sind die unveränderlichen Meßgrößen der Patienten aufgezeichnet und den Meßgrößen des Vergleichskollektivs gegenübergestellt (Tab. 1).

Tab. 1 Unveränderliche Meßgrößen der Patienten mit portokavalen Shuntoperationen (V = Kontrollgruppe)

Patient	Größe cm	Gewicht kg	Körperoberfläche m ²	Aortenquerschnitt cm ²
1	168	73	1,83	4,0
2	167	62	1,70	5,9
3	170	60	1,70	6,0
Mittelwert	168	65	1,74	5,3
Mittelwert (V)	171	72	1,85	5,6

2. Verhalten des Schlagvolumens in Ruhe vor und nach der Kurzschlußoperation

Das Schlagvolumen des Herzens wurde durch das Anlegen einer portokavalen Anastomose ganz erheblich verändert. Im Mittel steigen die Werte von 109 cm³ vor der Operation auf

Werte von 153 cm³ unmittelbar nach der Operation, 137 cm³ am 5., 157 cm³ am 12. postoperativen Tag an.

Vergleicht man diesen Befund mit der Kontrollgruppe, so werden die Unterschiede besonders deutlich, da nach Laparotomien das Schlagvolumen signifikant absinkt. Am 12. postoperativen Tag besteht ein Unterschied der Mittelwerte von 100% (Tab. 2).

Tab. 2 Schlagvolumina des Herzens in Ruhe (cm³) (Vergleich der Mittelwerte mit Kontrollgruppe (V))

Pat.	Operation	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	Portokavale Anastomose	131	173	169	153
2	Portokavale Anastomose	68,8	145	81,9	141,2
3	Portokavale Anastomose	127	142	161,2	177,5
Mittelwert		109	153	137	157
Mittelwert (V)		111	95	92	86

3. Pulsfrequenz

Die Pulsfrequenz nimmt bei allen Versuchspersonen der Kontrollgruppe und den Patienten mit portokavalen Anastomosen postoperativ etwas zu. Zwischen Versuchsgruppe und Kontrollgruppe bestehen keine signifikanten Unterschiede. Die Zahlenwerte sind in der Abb. 1 graphisch dargestellt.

4. Herzindex

Bei allen Patienten, die sich portokavalen Anastomosen unterzogen, fanden wir postoperativ eine wesentliche Steigerung des Herzindex in Ruhe (Tab. 3). Von 4,62 steigen sie auf Werte um 8,11, 6,75 und 8,04 an.

Gegenüber den Werten der Kontrollgruppe sind die Veränderungen nach Kurzschlußoperationen wesentlich größer.

Tab. 3 Herzindex in Ruhe (V = Kontrollgruppe)

Patient	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	5,74	8,00	8,72	8,10
2	3,28	9,65	4,82	7,92
3	4,85	6,68	6,71	8,10
Mittelwert		8,11	6,75	8,04
Mittelwert (V)		3,93	4,16	3,66

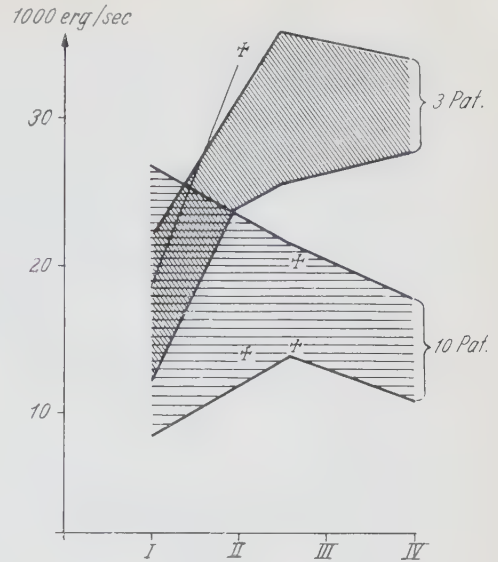
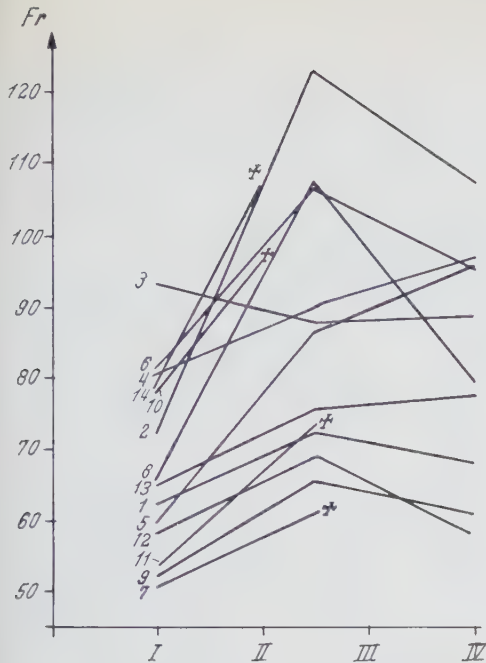


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 1 Pulsfrequenz vor und nach portokavalen Anastomosen (Patienten 4, 6, 13). Die übrigen Kurven entsprechen den Zahlenwerten der Kontrollgruppe. Zwischen beiden Gruppen sind keine signifikanten Unterschiede nachweisbar († = während der Versuchsperioden gestorben)

Abb. 2 Veränderungen der Herzleistung in Ruhe vor und nach portokavalen Anastomosen (3 Patienten). Vergleich der Werte mit einer Kontrollgruppe (10 Patienten)

5. Herzleistung

Die Herzleistung wird nach Anlegen portokavaler Seit-zu-Seit-Anastomosen ganz erheblich gesteigert. Im Mittel erhöhen sich die Zahlen von ausgangs etwa 18000 erg/sec am 1. postoperativen Tag um 100% und sinken nur langsam wieder ab. Am 12. postoperativen Tag betragen sie noch 29650 erg/sec (Tab. 4).

Im Vergleich hierzu ist die Steigerung der Herzleistung bei der Kontrollgruppe unwesentlich. Die Zahlenwerte sind der in Abb. 2 graphisch dargestellt.

Tab. 4 Herzleistung in Ruhe (erg./sec)

Patient	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	21 800	38 300	32 950	27 300
2	12 310	43 000	17 050	33 600
3	20 120	27 600	23 040	28 000
Mittelwert	18 080	36 300	24 345	29 650
Mittelwert (V)	16 960	19 016	17 221	14 880

6. Kontraktilität des Myokards

Die Kontraktionsgeschwindigkeit ($V_{s/s}$) in Ruhe nimmt unmittelbar postoperativ etwa um 50% des Ausgangswertes zu. Bis zum 12. postoperativen Tag sinken die Zahlen auf 572 ab. Die Mittelwerte der Kontrollgruppe laufen annähernd parallel (Tab. 5).

Tab. 5 Kontraktionsgeschwindigkeit ($V_{s/s}$) in Ruhe – Vergleich der Mittelwerte mit denen der Kontrollgruppe (Mittelwerte (V))

Patient	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	476	665	638	566
2	286	674	381	577
3	454	568	576	572
Mittelwert	405	636	532	572
Mittelwert (V)	389	490	407	363

7. Arteriellcs Windkesselvolumen

Das arterielle Windkesselvolumen sinkt nach portokavalen Anastomosen deutlich ab. Von 537 ccm sinken die Zahlen unmittelbar postoperativ auf 483, am 5. postoperativen Tag sogar auf 430 ccm ab. Die Kontrollgruppe verhält sich ganz ähnlich (Tab. 6).

Tab. 6 Arteriellcs Windkesselvolumen in Ruhe (cm³)

Patient	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	299	279	268	276
2	610	571	529	572
3	703	600	493	610
Mittelwert	537	483	430	486
Mittelwert (V)	696	589	539	588

8. Veränderung des Schlagvolumens nach Kippbelastung

Eine dosierte körperliche Belastung, das Kippen des Patienten um 20° (Kopfende angehoben), führt präoperativ zu keiner nennenswerten Abnahme des Schlagvolumens. Unmittelbar postoperativ jedoch und in kurzem Abstand nach der Operation erkennt man deutlich eine Abnahme des Schlagvolumens bei der Kippbelastung, die umso höher liegt je mehr das Ruheschlagvolumen postoperativ gesteigert war. Bei den Kontrollgruppen mit verhältnismäßig geringfügiger postoperativer Veränderung des Schlagvolumens hat auch die Kipp-

belastung nur ein etwa 10%iges, also nahezu physiologisches Absinken durch die orthostatische Belastung zur Folge. Bei den Patienten mit portokavalen Anastomosen, wo postoperativ das Schlagvolumen in Ruhe bereits erheblich gesteigert ist, finden wir ein deutlicheres Absinken der Mittelwerte nach dem Kippen (Tab. 10).

Tab. 7 Veränderungen des Schlagvolumens nach der Kippbelastung. Vergleich der Mittelwerte vor und nach dem Kippen (cm³) (V = Kontrollgruppe)

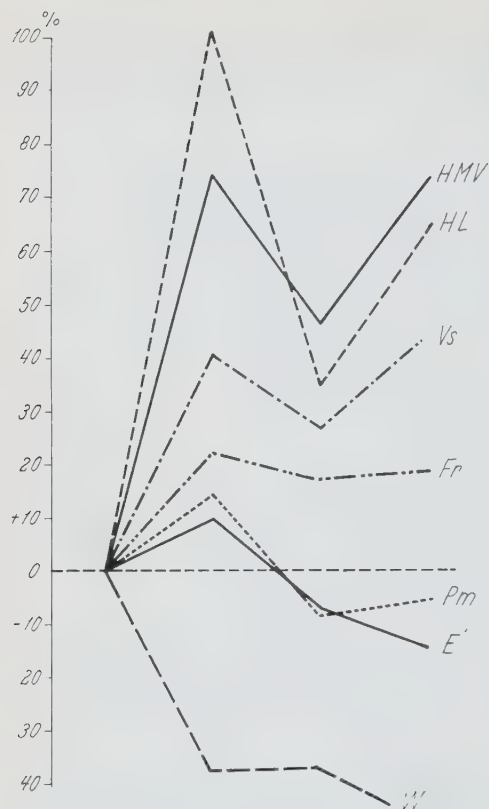
Patient	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	109	144,2	102	130
2	66,7	119,5	68	113,8
3	113,6	126	120	155,5
Mittelwert vor	109	153	137	157
nach	96	130	97	133
Mittelwert (V) vor	111	95	92	86
nach	102	80	82	79

9. Kontraktionsgeschwindigkeit

Durch die Kippbelastung wird die Kontraktionsgeschwindigkeit prä- und postoperativ etwa um 10% bei den Patienten mit portokavalen Anastomosen herabgesetzt. Bei der Kontrollgruppe ist demgegenüber postoperativ ein wesentlich deutlicheres Absinken der Kontraktionsgeschwindigkeit nachweisbar (Tab. 8).

Tab. 8 Kontraktionsgeschwindigkeit nach der Kippbelastung und Vergleich der Mittelwerte vor und nach dem Kippen (V = Kontrollgruppe)

Patient	Präoperativ I	Unmittelbar postoperativ II	5. Tag postoperativ III	12. Tag postoperativ IV
1	428	615	408	510
2	290	583	340	517
3	413	525	444	502
Mittelwert vor	405	636	532	572
nach	377	574	397	509
Mittelwert (V) vor	389	490	407	363
nach	371	361	378	346



Zusammenfassung

Portokavale Anastomosen bedeuten einen Eingriff in die venöse Seite des Kreislaufs. Die Anhäufung venösen Blutes im portalen System bei bestehender Durchflußbehinderung in der Leber wird durch den Kurzschluß beseitigt. So wird dem rechten Herzen ein größeres Volumen zugeführt. Dementsprechend steigen Schlag- und Minutenvolumen steil an. Bei Belastung nimmt das Schlagvolumen geringfügig ab, wenn der Ruhewert nach der Operation abgesunken ist (Kontrollgruppe). Umgekehrt sinkt das Schlagvolumen bei dosierter Belastung deutlich, wenn der Ruhewert nach der Operation zugenommen hat. Das liegt bei allen Patienten mit portokavalen Anastomosen vor.

Bei jugendlichen Patienten mit normaler Leistungsfähigkeit des Herzens treten postoperativ keine ersten Komplikationen von seiten des Kreislaufs auf. Bei älteren Menschen besteht dagegen die Gefahr der Herzdekompensation durch die Volumenüberladung. Demgegenüber liegt die Gefahr bei den Patienten der Kontrollgruppe in dem verminderten venösen Angebot an das Herz.

Summary

Portocaval anastomoses imply an operation on the venous side of the circulation. The accumulation of venous blood in the portal system due to prevention of flow through the liver is avoided by the short circuit. Thus a larger volume is directed towards the right heart. Stroke and minute volumes increase steeply accordingly. The stroke volume diminishes slightly on work load if the resting value has been lowered after operation (control group). Conversely, the stroke volume sinks significantly on

Abb. 3 Postoperative Veränderungen des Herz-Minutenvolumens, der Herzleistung, des Schlagvolumens und der Pulsfrequenz, sowie des mittleren Blutdrucks, der Elastizität und des peripheren Widerstandes nach portokavalen Seit-zu-Seit-Anastomosen. Man erkennt einen besonders deutlichen Anstieg der Herzleistung und des Herz-Minutenvolumens sowie ein erhebliches Absinken des peripheren Widerstandes

10. Postoperative Veränderungen

Die postoperativen Veränderungen nach portokavalen Anastomosen sind zusammenfassend in der Abb. 3 graphisch dargestellt.

graduated loading if the resting value has increased after operation. This is true for all patients with portocaval anastomoses.

In young patients with normal working capacity of the heart, no serious complications involving the circulation occur. In older patients, on the contrary, there is danger of cardiac decompensation because of overloading due to volume. In patients of the control group, however, the danger lies in the reduced venous demand on the heart.

Résumé

Les anastomoses porto-caves exercent une influence sur la circulation du système veineux. En présence d'une circulation hépatique déficiente l'accumulation du sang veineux dans le système porte disparaît une fois l'anastomose établie. Le cœur droit doit alors recevoir des volumes sanguins plus importants, il en résulte donc ensuite pour le cœur une augmentation rapide du volume de la révolution et du volume minute. En cas de surcharge le volume de la révolution diminue peu, quand la valeur repos s'abaisse après l'intervention (groupe témoin). Ce volume diminue nettement par contre, quand cette valeur repos augmente après l'intervention. Cette observation est faite chez tous les malades ayant subi une anastomose porto-cave.

Chez les malades jeunes avec cœur en bon état il n'existe pas de complications circulatoires sérieuses. Chez les sujets âgés par contre le danger d'une décompensation cardiaque existe en raison de cette augmentation du volume sanguin. Le danger inverse se rencontre dans le groupe témoin en raison de l'insuffisance de l'apport veineux au cœur.

Literatur

- 1 BROEMSER, PH., O. F. RANKE: Über die Messung des Schlagvolumens des Herzens auf unblutigem Weg. Z. Biol. 90 (1930)
- 2 DRISCHER, H., H. FANTER, H. GÜRTLER, H. LABITZKE, F. PRIEGNITZ: Das Verhalten der Herzfrequenz gesunder Menschen beim Übergang vom Liegen zum Stehen. Arch. Kreisl.-Forsch. 40 (1963), 135
- 3 DU BOIS, D.: Berechnungen der Körperoberfläche. Arch. intern. Med. 17 (1916), 863
- 4 V. FEUERSTEIN, U.: Venendruckmessung, Springer Berlin - Göttingen - Heidelberg 1965
- 5 FOLKOW, B.: Vom Nervensystem ausgehende Einflüsse auf die Strombahn (Schock, Pathogenese und Therapie, internationales Symposium Stockholm 1961), Springer Berlin - Göttingen - Heidelberg 1962
- 6 FRUCHT, AD. H.: Der Aortenquerschnitt des Menschen in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Körpergröße und mittleren Blutdruck. Z. Kreisl.-Forsch. 42 (1953), 401
- 7 FUCHS, G.: Die biophysikalischen Grundlagen der Mechanokardiographie. Arch. Kreisl.-Forsch. 45 (1965), 33
- 8 GAUER, O. H.: Das Niederdrucksystem, Landois Rosemann, Bd. I. Urban & Schwarzenberg München - Berlin 1960
- 9 GEBHARDT, W.: Tonus und Kontraktilität des menschlichen Herzens. Verh. dtsh. Ges. Inn. Med. 70 (1964), 57
- 10 GRÄSSNER, H., H. JUNGSMANN: Der Einfluß von Alter, Geschlecht, Körpergröße und Krankheiten auf die Schlagvolumenbestimmung nach Wezler und Böger und nach Broemser und Ranke. Z. Kreisl.-Forsch. 54 (1965), 777
- 11 KALKOFF, W.: Die Reflexbeeinflussung des Blutdruckes während Adrenalineinwirkung am Karotissinus - Äußerung einer spezifischen von Pressoreption unterscheidbaren Punkt. Verh. dtsh. Ges. Kreisl.-Forsch. 25 (1959), 173
- 12 HAUSS, W. H., H. KREUZINGER, A. ASTEROOTH: Über die Reizung der Pressorezeptoren im Sinus caroticus beim Hund. Z. Kreisl.-Forsch. 38 (1949), 28
- 13 GROLLMANN, A.: In Bland J. H.: Clinical metabolism of body water and electrolytes. W. B. Saunders Comp. Philadelphia-London 1963
- 14 KRUG-SCHLICHER: Die Dynamik des venösen Rückstromes, Thieme Leipzig 1960
- 15 LINKE, H.: Die physikalische Kreislaufanalyse (Kreislaufmessungen). 1. Freiburger Colloquium 1958, Bannschewski-Verlag Stuttgart 1951
- 16 MATTHES, K.: Kreislaufuntersuchungen an Menschen mit fortlaufend registrierenden Methoden. Thieme Stuttgart 1951
- 17 MECHERKE, K., P. CHRISTIAN: Formen und Bedeutung abnormer Regelungsvorgänge im Kreislauf. Z. Kreisl.-Forsch. 47 (1958), 246
- 18 MOORE, F. D.: Metabolic care of the surgical patient. Saunders Comp. Philadelphia, London 1963
- 19 NEIL, E.: Tonus und Kontraktilität des menschlichen Herzens. Verh. dtsh. Ges. Kreisl.-Forsch., 23 (1959), 131-141
- 20 NICHOLSON, M. H., J. P. CREHAN: In: Hale, D. E., Anaesthesiologie, Davis Comp. Philadelphia 1963
- 21 PARR, F.: Zur Pathophysiologie und Klinik der orthostatischen Kreislaufstörungen. Arch. Kreisl.-Forsch. 25 (1957), 101-163
- 22 REINDELL, H., KIRCHHOFF: Kreislaufregulation. Thieme Stuttgart 1955

Lebenslauf

Am 25.11.1939 wurde ich, Gerhard Weidringer, als zweiter Sohn des Pfarrers Fritz Weidringer und dessen Ehefrau Edith, geb. Multer, in Burgsinn geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule kam ich 1950 in das Humanistische Gymnasium in Windsbach. Ab 1951 war ich an der Oberrealschule in Dinkelsbühl und von 1957 bis 1960 an der Oberrealschule in Ansbach, wo ich am 13. Juli 1960 die Reifeprüfung ablegte.

Von 1960 bis 1962 leistete ich den Wehrdienst ab. Danach wurde ich als Leutnant der Reserve entlassen.

Das Studium der Medizin begann ich im Sommersemester 1962 in München. Nach dem Vorphysikum wechselte ich nach Erlangen und legte dort im August 1964 das Physikum ab. Das Sommersemester 1965 verbrachte ich an der Medizinischen Akademie in Lübeck. Die restlichen Semester bis zum Staatsexamen studierte ich wieder in Erlangen. Die ärztliche Prüfung legte ich dort am 5.3.1968 ab.

